

# 北山西岔沟铜-铁-锰多金属矿地球物理特征及找矿规律研究

张旭东,倪杰才,刘牧星,杨申勇,冀新臣

(有色金属矿产地质调查中心,北京 100012)

**摘要:**西岔沟铜-铁-锰多金属矿位于塔里木板块东北缘,窑洞努如-公婆泉志留纪早古生代岩浆弧带上。华力西期二长花岗岩沿构造薄弱区大量侵入,并携带了大量的Cu、Fe、Pb、Zn、Mn、Ag和Mo等成矿元素,与围岩接触,形成糜棱岩化矽卡岩矿化带,在中温热液条件下富集形成方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁铁锰矿和黄铜矿等金属矿物。经调查发现,矿区内存在南北2个矿化矽卡岩带,控制铜-铁-锰矿化体7条,与矿区内磁异常、激电异常有较好的对应关系。本文通过研究西岔沟铜-铁-锰多金属矿矿床地质特征及控矿因素,总结找矿标志,为北山地区同类型矿床的勘查提供依据。

**关键词:**北山;西岔沟;地质特征;控矿成因;找矿标志

**中图分类号:**P631 **文献标识码:**A **doi:**10.14101/j.cnki.issn.1002-4336.2023.05.009

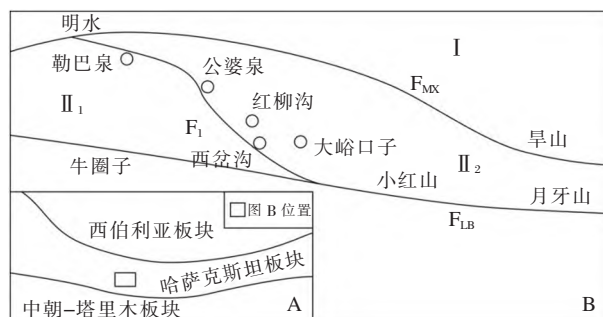
## 0 前言

北山地区铜-铁-锰多金属矿的形成一般认为与侵入岩关系密切<sup>[1-5]</sup>,前人采用K-Ar法和Rb-Sr法对公婆泉铜矿赋矿斑岩体开展了同位素年代学研究,确定英安斑岩可能与志留纪火山岩基本同期,而闪长玢岩-花岗闪长斑岩的形成年龄在晚泥盆世-早中石炭世<sup>[1-7]</sup>。在公婆泉群志留纪火山岩的灰岩夹层中发现早、中志留世的牙形石,并通过对公婆泉群火山岩的研究,认为其形成于岛弧环境<sup>[6-9]</sup>。西岔沟铜-铁-锰多金属矿,成矿早期主要形成各种钙、铁、锰、铝、镁的硅酸盐矿物,即形成矽卡岩;晚期在中-高温条件下,形成方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁铁锰矿和黄铜矿等各种金属矿物。尽管铜-铁-锰多金属矿(化)体遭受后期断裂及岩脉的破坏,地表连续性差,但该矿区成矿条件较好,在矿区深部及外围加强找矿力度,可寻找有价值的工业矿体<sup>[7-10]</sup>。

## 1 区域地质环境

研究区位于塔里木板块、哈萨克斯坦板块、西伯利亚板块的接合部位(图1),区域构造活动强烈,马

鬃山至公婆泉发育一条大型的韧性剪切带,东部收敛、西部散开,形成一系列的北西向、近东西向和北西西向断裂。沿断裂带从超基性到酸性岩均有发育,特别是华力西中晚期火山活动,形成窑洞努如-公婆泉志留纪早古生代岩浆弧带,岩浆活动携带了大量的Cu、Fe、Pb、Zn、Mn、Ag和Mo等元素,局部形成火山热液型铜矿化<sup>[1-7]</sup>。如公婆泉铜矿、大峪口子铜金矿及马鬃山、苦泉、红柳沟等一系列锰化矿点。



1. I 为红石山-黑鹰山地体;2. II<sub>2</sub> 为公婆泉-马鬃山岛弧地体;
3. II<sub>1</sub> 为花牛山地体;4. F<sub>mx</sub> 为明水-小黄山断裂(有限洋盆位置);
5. F<sub>LB</sub> 为牛圈子-小红山-月牙山断裂(有限洋盆位置);6. F<sub>1</sub> 为公婆泉断裂

图1 西岔沟铜-铁-锰多金属矿区域构造位置

收稿日期:2023-04-04

作者简介:张旭东(1989—),男,河北保定人,助理工程师,主要从事地质矿产勘查工作。

## 2 矿区成矿地质背景

### 2.1 矿区地质

#### 1) 地层

矿区内出露地层为奥陶纪窑洞努如岩片,为一套深灰绿色中酸性火山-沉积岩系,岩性较为单一,其中主要为安山岩,间夹大量的凝灰岩、流纹岩和大理岩透镜体,局部有薄层的钙质板岩夹层。断层破坏和岩脉大量入侵,致使地层支离破碎。

#### 2) 构造

矿区构造以断裂构造为主,断裂在区内较为发育,主要以北西-南东高角度走向逆断层为主,与区域构造线方向一致。其次为近南北向,前者早,后者晚,均对矿体起一定的破坏作用。受强烈的构造作用,不少地质体受到不同程度的糜棱岩化,形成一定规模糜棱岩化带。

矿化砂卡岩带均呈单斜构造产出,走向总体为北西-南东( $120^{\circ} \sim 130^{\circ}$ ),倾向多为北东,倾角变化很大,一般为 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

#### 3) 侵入岩

区内侵入岩主要为华力西期中泥盆纪二长花岗岩,向北为大面积的花岗闪长岩,并发育大量的花岗岩脉。二长花岗岩总体呈浅灰-灰褐色,中粗粒花岗岩结构,块状构造,为区内成矿的主要矿源及热源。另外尚见有小的石英脉产出。

### 2.2 矿区地球物理特征

依磁场、视极化率分布特征结合地层岩性及矿化(体)点分布规律,划分出5个磁异常和4个极化率异常,编号分别为C1、C2、C3、C4、C5和M1、M2、M3、M4。

#### 2.2.1 磁异常特征

磁异常特征(图2):工区磁异常明显,主要分布在测区东侧和西北侧,多呈条带状分布,走向北西向,异常主要由磁铁矿和安山岩、玄武岩引起。

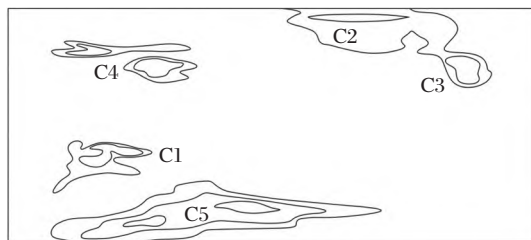


图2 矿区磁场等值线

C1 磁异常:该异常长350 m,宽20~50 m;磁测异常曲线形状狭窄,地表对应产于奥陶纪窑洞努如火山岩岩片(变玄武岩)的脉状铜铁矿、磁铁矿体,由于异常强度较弱,宽度不大,推测其矿体走向长度、下延深度、厚度均有限。

C2 磁异常:该异常磁场幅度-150~550 nT,东、西线未见异常显示,规模小,强度弱,由闪长岩脉引起。

C3 磁异常:该异常沿测线长200 m,在西侧略有显示,在东侧未见显示,磁场幅度-750~1 000 nT,异常由安山岩、玄武岩引起。

C4 磁异常:该异常磁场幅度-100~500 nT,异常范围小,由磁铁矿脉引起。

C5 磁异常:该异常为测区范围最大的磁异常,长1 200 m,宽约240 m,磁场幅度50~200 nT,走向北西,异常由地表出露的安山岩、玄武岩引起。

#### 2.2.2 激电异常特征

激电异常特征(图3):测区视极化率异常也很明显,主要分布在测区北侧,视极化率最高可达7.8%,视电阻率仅在西北角出现大于 $1\,000\ \Omega \cdot \text{m}$ 的高阻异常,其余地段视电阻率一般在 $200 \sim 500\ \Omega \cdot \text{m}$ 之间,呈现平缓态势。

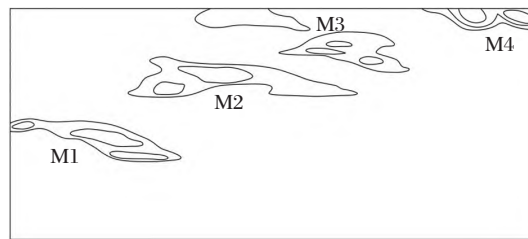


图3 矿区视极化率等值线

M1 激电异常:该异常视极化率幅度一般2%~3%,极大值在1线125点达4.8%;异常长450 m,宽100~350 m,范围大,走向北西,向西未封闭且强度增加;此异常含黄铜黄铁矿化的地质体关系密切。

M2 激电异常:由3个小的异常组成;视极化率幅度2%~4%;范围小,强度较弱;此异常与规模很小的豆荚状断续分布的黄铁矿化的地质体关系紧密。

M3 激电异常:该异常长400 m,宽160 m,走向北西,视极化率幅度1.7%~2.4%;范围小,强度弱;此异常与规模很小的局部的呈豆荚状断续分布的黄铁矿化地质体有关。

M4 激电异常:该异常视极化率6.5%~7.8%

之间;范围小,但强度高;此异常对应铁铜矿化体。

### 2.2.3 异常评价

#### 1) A 异常解释

磁异常 C1、C2、C3、C4 与视极化率异常 M1、M2、M3、M4 分别有较好的对应关系,但异常中心略有位移,基本体现着磁异常与激电异常相伴出现的特征(图4),可能反映了磁铁矿与金属硫化矿物存在着共(伴)生关系。矿区内铜、铁、锰矿点附近及北部存在磁铁矿(化)体,就是这一现象的反映。

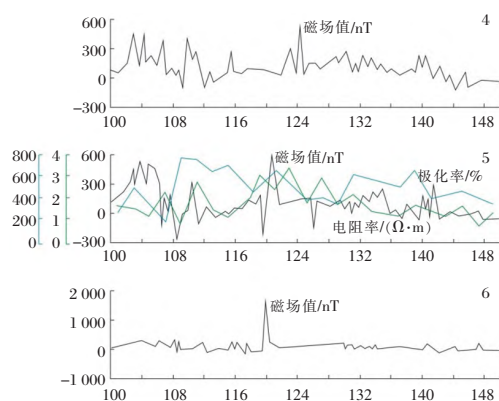


图4 矿区 C1 磁异常 1:2 000 磁测 4、5、6 线剖面成果

#### 2) B 矿体激电中梯异常

在矿区进行的激电中梯剖面(图5),在116~124号点视极化率在2.0%~3.5%之间,电阻率200~400  $\Omega \cdot m$ ,相距400 m的3号剖面上的116~148号点,视极化率也在2%以上,但呈现锯齿状,反映了金属硫化物矿(化)体呈较薄的层状分布。但在3号剖面的164~176号点之间宽240 m的范围内,视极化率在3.0%~3.6%,视电阻率200~400  $\Omega \cdot m$ ,该异常在实地为一含黄铁矿及孔雀石化的破碎蚀变带,暗示该异常由具有一定规模含金属硫化物的矿化带引起。

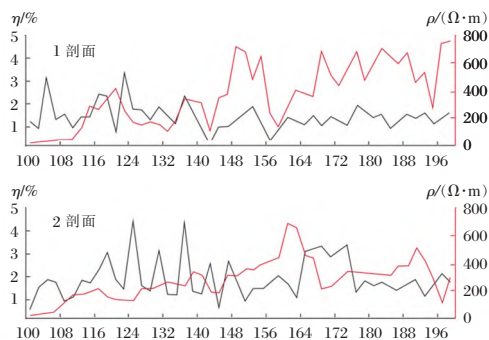


图5 矿区 FeMn 矿体中 1、2 剖面梯剖面成果

## 3 矿化带、矿体特征

### 3.1 矿化带、矿(化)体基本特征

矿化带由南北2个矿化矽卡岩带组成,北带断续长1 200 m,南带断续延长1 600 m。目前在北带工程控制的铜-铁-锰矿化体7条,矿体为脉、状扁豆状、局部为透镜状、团块状,其中各主要矿(化)体特征如下(图6)。

FeCu1:矿体向深部有变厚趋势,且除了铁、铜矿化,新增加了锌矿化;该矿体地表为一条西部以铁为主、东部以铜为主的铁铜矿化体,产于流纹岩与安山岩的接触部位,南东-北西走向,矿体长350 m,厚度2.8~3 m;经分析其TFe品位为33.78%,铜品位为0.53%~1.3%,锌品位2.75%~10.85%,矿石以黄铜矿、磁铁矿为主,呈团块状、浸染状分布。

FeCu2:为一条西部以铜为主、东部以铁为主的铁铜矿化体,产于安山岩内,南东-北西走向,呈带状,矿体断续长近570 m,出露宽1~4.2 m;Cu品位为1.20%~3.30%,TFe品位为19.26%,最高38.82%。

Cu3:为铜矿化体,形状呈脉状,矿体长150 m,矿体厚1.5 m,Cu品位为1.20%。

FeMn4:呈似层状产出,含矿岩性为硅质大理岩,总体倾向为230°~265°,倾角为40°~65°;矿体地表控制长度约350 m,厚0.65~12.65 m,平均厚7.12 m,TFe品位为15.01%~47.11%,平均品位为32.56%,锰品位为8.11%~15.11%,平均品位为10.01%。

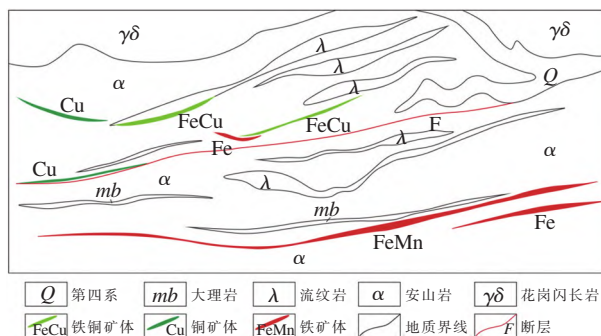


图6 西岔沟铜-铁-锰多金属矿地质简图

### 3.2 矿石质量

地表大部属氧化矿石,矿石类型以细脉(或星点)浸染状磁铁矿黄铜矿为主,块状黄铜磁铁矿(假象赤铁矿磁铁矿)次之。矿石结构主要有自形-半自



形粒状结构、半自形-他形粒状结构、交代结构、格子状固熔体分离结构和叶片状结构,局部见乳浊状结构,有时见有穿插和交代结构。矿石构造以星散浸染状为主、细脉浸染状、网脉-浸染状、网脉状、角砾状、脉状和环带状构造。根据矿石矿物组成和矿石结构构造,将矿石划分为细脉浸染状矿石和浸染状矿石两类。

**矿石矿物:**原生金属矿物以磁铁矿、黄铜矿、磁铁锰矿赤铁矿为主,黄铁矿次之,个别光片中常见到斑铜矿;氧化矿物以褐铁矿、孔雀石分布最为普遍,部分矿体中尚有兰铜矿、硅孔雀石,局部见有胆矾。

**脉石矿物:**以绿帘石、方解石、石英、透辉石、绿泥石分布最为普遍;斜长石、石榴石、透闪石等部分矿体中能見到。

**矿石品位:**本矿为多金属矿,矿体中铜、铁、锌紧密共生,铜含量一般为0.86%~3.3%,最高4.18%;全铁TFe含量一般为10.8%~36.15%,最高40%;锰含量一般为8.21%~20.56%,最高32%;锌含量一般为2.75%~5.2%,最高10.85%。

## 4 矿床成因及找矿方向

### 4.1 矿化蚀变

矿体围岩有变安山岩和大理岩等,围岩蚀变主要有绿帘石化、矽卡岩化、褐铁矿化等,其中以绿帘石化最为发育。矽卡岩化多表现在矿(化)体夹层中,部分矿化体边缘也能见到。褐铁矿化仅表现在富含铁质矿(化)体的顶部及其构造破碎带附近,绿帘石化多与绿帘石化相伴随。

### 4.2 矿床成因

矽卡岩铜-铁-锰多金属矿的形成过程是漫长的地质作用过程,具有明显的多期多阶段性<sup>[6-17]</sup>。铜-铁-锰多金属矿的成矿过程可大致分为以下过程。

早期主要形成各种钙、铁、铝、镁的硅酸盐矿物,即形成以硅灰石、透辉石、钙铁辉石、钙铝榴石、钙铁榴石、方柱石等为主的矽卡岩。这些矿物在岩浆热液作用下发生充填交代,形成阳起石、透闪石、绿帘石等,后期有少量硫化物形成的磁黄铁矿和毒砂等。

晚期有石英形成,有典型的热液矿物,如绿泥石、方解石等,并有大量金属硫化物的形成。首先在中-高温条件下形成各种铜、铁、砷的硫化物,如黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、磁铁锰矿等,伴随着岩浆作用的进行和温压条件的变化,在中温热液条件下形成

方铅矿、闪锌矿、黄铁矿和黄铜矿等金属矿物。

综上所述,该多金属矿床是一个成矿物质多来源的多成因矽卡岩矿床。

### 4.3 找矿标志

根据以上对矽卡岩铜-铁-锰多金属矿成矿地质环境、成矿地质特征的综合研究,总结找矿标志如下:①与矽卡岩铜矿有关的侵入体主要为晚古生代—早中生代形成的中酸性岩体;②存在成矿流体运移通道,发育断裂、裂隙、网脉;③地表多形成黄褐色或红褐色蚀变带是寻找该类矿床的标志;④沿接触带磁法、电法和化探次生晕提供的异常。

### 4.4 找矿方向

矿区铜-铁-锰多金属矿(化)体分布在矽卡岩带中,该矽卡岩带规模大。在已发现的矿体中,地表具有一定的规模,向下也有一定的延深,矿石品位中等。在施工的平硐中还发现了一条品位中等的盲锌矿体,尽管铜-铁-锰多金属矿(化)体虽遭受后期断裂及岩脉的破坏,地表连续性差,但总体来讲,该区成矿条件较好。在本区找矿一是加大深部探矿,二是加强矿点外围找矿力度,寻找有价值的工业矿体。

## 5 结 论

通过对区域地质成矿环境调查,总结了西岔沟铜-铁-锰多金属矿矿床成因及找矿标志,得出以下结论。

1) 矿区位于塔里木北缘岛弧火山活动带,矿体分布受构造与岩体双重控制明显,华力西期二长花岗岩沿北西向区域断裂侵入,与围岩接触,形成糜棱岩化矽卡岩矿化带,在中温热液条件下形成方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁铁锰矿和黄铜矿等金属矿物。

2) 铜-铁-锰多金属矿(化)体分布在矽卡岩带中,北西向断裂、华力西期侵入的中酸性岩体、物探磁电异常及黄褐色或红褐色蚀变带,是寻找该类矿床的找矿标志。

3) 矿区内已发现南北2个矿化矽卡岩带,控制铜-铁-锰矿化体7条。尽管铜多金属矿(化)体遭受后期断裂及岩脉的破坏,地表连续性差,但该矿区成矿条件较好,在矿区深部及外围加强找矿力度,可寻找有价值的工业矿体。

### 参考文献:

[1] 左国朝,何国琦,张杨. 北山板块构造及成矿规律[M]. 北京

- 大学出版社,1990:1-209.
- [2] 范杰. 北山金窝子金矿和公婆泉铜矿地球化学异常特征[D]. 北京:中国地质大学,2013.
- [3] 石玉莲,冶建虎,赵立志. 东昆仑宽沟北地区化探异常特征及锰矿找矿前景分析[J]. 中国锰业,2022,40(3):37-47.
- [4] 王岩,邢树文,肖克炎. 西昆仑-阿尔金 Fe-Pb-Zn-Au-稀有金属成矿带成矿特征及资源潜力[J]. 地质学报,2016,90(7):1353-1363.
- [5] 孟庆涛,张正平,董洪凯,等. 内蒙古北山地区阿民乌素蛇绿岩的年代学、地球化学特征及大地构造意义[J]. 地质与勘探,2021,57(1):122-136.
- [6] 龚全胜,刘明强,梁明宏,等. 北山造山带大地构造相及构造演化[J]. 西北地质,2003(1):11-17.
- [7] 何世平,周会武,任秉琛,等. 甘肃内蒙古北山地区古生代地壳演化[J]. 西北地质,2005(3):6-15.
- [8] 袁超,孙敏,杨经绥,等. 西昆仑阿卡孜达坂绿片岩:受大陆地壳混染的板内玄武岩[J]. 岩石学报,2005(1):67-78.
- [9] 郑孟林,曹春潮,李明杰,等. 北山-阿拉善地区侏罗纪盆地构造特征及其演化[J]. 世界地质,2003(2):124-128.
- [10] 谢升浪,郑才贤,贾波,等. 东昆仑菜园子沟地区锰矿地质特征及找矿标志[J]. 中国锰业,2021,39(2):24-27.
- [11] 李皓东,周建波,李功宇,等. 南天山-北山-索伦-长春缝合带的性质与演化[J]. 地质论评,2022,68(3):797-816.
- [12] 徐明钻,朱立新,马生明,等. 北山地区矽卡岩型铜矿元素表生活动性规律-以辉铜山铜矿为例[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2011,41(4):1055-1066.
- [13] 尚海军,李玉鹏,张志欣,等. 甘肃北山公婆泉铜矿床地质与地球化学特征及找矿方向[J]. 矿床地质,2014,33(S1):737-738.
- [14] 季文,刘晓波. 西秦岭文县沟岭子沉积改造型锰矿床地质特征及成因研究[J]. 中国锰业,2023,41(1):32-36.
- [15] 杨小三,彭明章. 北山鲤鱼梁锰矿成矿地质条件及矿床成因研究[J]. 中国锰业,2022,40(5):25-30.
- [16] 赵振明,计文化,李文明,等. 北山南部富锰岩石的发现及成因[J]. 地质学报,2020,94(4):1166-1182.
- [17] 黄碧云,胡兴旺,曹智鹏,等. 青海省都兰县某锰矿成矿地质背景研究[J]. 中国锰业,2022,40(2):37-44.

## Study on Geophysics Characteristics and Prospecting Regularity of Xichagou Cu-Fe-Mn Polymetallic Deposit in Beishan

ZHANG Xudong, NI Jiecai, LIU Muxing, YANG Shenyong, JI Xinchun  
(China Non-ferrous Metals Resources Geological Survey, Beijing 100012, China)

**Abstract:** The Xichagou copper-iron-manganese polymetallic deposit is located in the northeastern margin of the Tarim Plate and Yulu-Gongpoquan Silurian Early Paleozoic magmatic arc belt in Yaodong. The structural weak area intruded by the monzonitic granite of the variscan, and it carried a large number of ore-forming elements such as Cu, Fe, Pb, Zn, Mn, Ag and Mo. It contacted with the surrounding rock and formed mylonitic skarn mineralization zone. Under the condition of moderate temperature hydrothermal enrichment, it formed galena, sphalerite, pyrite, magnetite manganese, chalcopyrite and other metallic minerals. There are 2 mineralized skarn belts were found in the north and south of the mine, which control 7 Cu-Fe-Mn mineralized bodies and have a good correspondence with the magnetic anomaly and IP anomaly in the mine. In the research, the geological characteristics and ore-controlling factors of Xichagou copper-iron-manganese polymetallic deposit are studied, and the prospecting marks are summarized to provide a basis for the exploration of the same type of deposit in Beishan area.

**Key words:** Beishan; Xicha ditch; Geological features; Ore-controlling origin; Prospecting mark

欢迎订阅《中国锰业》杂志!